

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-212917

(43) 公開日 平成9年(1997)8月15日

(51) IntCl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 7/24	5 4 1	8721-5D	G 1 1 B 7/24	5 4 1 G
		8721-5D		5 4 1 D
23/38			23/38	A C5

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願平7-344209	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1006番地
(22) 出願日	平成7年(1995)12月28日	(72) 発明者	守屋 充郎 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願平6-327961	(72) 発明者	永島 道芳 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(32) 優先日	平6(1994)12月28日	(72) 発明者	田中 伸一 大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器 産業株式会社内
(33) 優先権主張国	日本 (J P)	(74) 代理人	弁理士 山本 秀策
(31) 優先権主張番号	特願平7-313377		
(32) 優先日	平7(1995)11月30日		
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

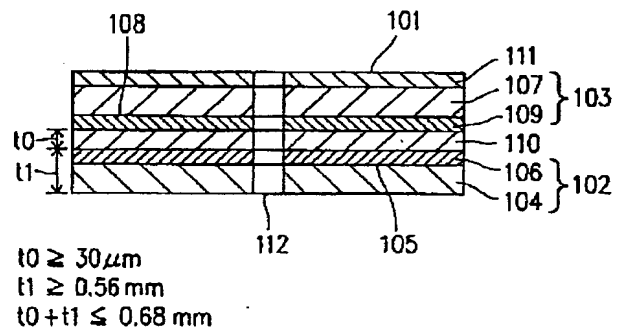
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2つの情報面を備えた光記録媒体

## (57) 【要約】

【課題】 連続再生可能な2枚接着の光ディスクを提供する。

【解決手段】 第1の光ディスク102の第1の情報面105上には半透明の第1の反射膜106が形成され、第2の光ディスク103の第2の情報面108上には第2の反射膜109が形成されている。第1と第2の光ディスク102、103は、各情報面が近接し、かつ所定の間隔となるように透明な接着材で接着されている。従って、光記録媒体101は、一方の表面より光ビームを照射して両情報担体面上に記録されている情報を読み取ることができ、ほぼ2倍の情報を連続的に再生できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 の情報面を有する第 1 の基板と、  
該第 1 の基板の該第 1 の情報面上に形成された半透明の  
反射膜と、

第 2 の情報面を有する第 2 の基板と、

該第 2 の基板の該第 2 の情報面上に形成された反射膜  
と、

該第 1 の情報面と該第 2 の情報面とが対向するように該  
第 1 の基板及び第 2 の基板を接着する接着層と、

を備えた光記録媒体であって、

該第 1 の基板の厚さは、0.56mm 以上であり、

該接着層の厚さは、30 $\mu$ m 以上であり、

該第 1 の基板の厚さと該接着層の厚さとを加算した合計  
厚さは、0.68mm 以下である光記録媒体。

【請求項 2】 前記第 1 の基板の厚さは、0.56mm  
から 0.6mm までの範囲内にあり、該接着層の厚さ  
は、40 $\mu$ m から 60 $\mu$ m までの範囲内にある請求項 1  
に記載の光記録媒体。

【請求項 3】 前記第 2 の基板の前記反射膜上には、情  
報を記録再生するための記録材料膜が設けられている請  
求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 4】 前記記録材料膜は、相変化型記録材料か  
ら形成されている請求項 3 に記載の光記録媒体。

【請求項 5】 前記第 2 の基板の表面上にラベルが設け  
られている請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 6】 前記第 1 の基板と前記第 2 の基板上にス  
パイラルトラックが設けられており、

該第 1 の基板の該第 1 の情報面とは反対の面の側から該  
スパイラルトラックを見た場合に、該第 1 の基板に設け  
られているスパイラルトラックの進行方向が該第 2 の基  
板上に設けられているスパイラルトラックの進行方向と  
同じである請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 7】 前記第 1 の基板と前記第 2 の基板上にス  
パイラルトラックが設けられており、

該第 1 の基板の該第 1 の情報面とは異なる面の側から該  
スパイラルトラックを見た場合に、該第 1 の基板に設け  
られているスパイラルトラックの進行方向が該第 2 の基  
板上に設けられているスパイラルトラックの進行方向と  
反対である請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 8】 第 1 の情報面を有する第 1 の基板、  
該第 1 の基板の該第 1 の情報面上に形成された半透明の  
反射膜と、

第 2 の情報面を有する第 2 の基板、

該第 2 の基板の該第 2 の情報面上に形成された反射膜  
と、

該第 2 の基板の第 2 の情報面とは異なる面が該第 1 の基  
板の該第 1 の情報面に対向するように該第 1 の基板及び  
第 2 の基板を接着する接着層と、を備えており、

該第 1 の基板と前記第 2 の基板の厚さはほぼ同じである  
光記録媒体。

【請求項 9】 前記第 2 の基板の前記第 2 の情報面と前  
記反射膜との間には、情報を記録再生するための記録材  
料膜が設けられている請求項 8 に記載の光記録媒体。

【請求項 10】 前記記録材料膜は、相変化型記録材料  
から形成されている請求項 9 に記載の光記録媒体。

【請求項 11】 第 1 の情報面を有する第 1 の基板、  
該第 1 の基板の該第 1 の情報面上に形成された半透明の  
反射膜と、

第 2 の情報面を有する第 2 の基板、

10 該第 2 の基板の該第 2 の情報面上に形成された反射膜  
と、

該第 2 の基板の該第 2 の情報面とは反対の面が該第 1 の  
基板の該第 1 の情報面に対向するように該第 1 の基板及  
び第 2 の基板を接着する接着層と、

該第 2 の基板の該反射膜上に設けられたラベルと、を備  
えており、

該第 1 の基板と前記第 2 の基板の厚さが、ほぼ同じであ  
る光記録媒体。

【請求項 12】 前記第 2 の基板の前記第 2 の情報面と  
前記反射膜との間には、情報を記録再生するための記録  
材料膜が設けられている請求項 11 に記載の光記録媒  
体。

【請求項 13】 前記記録材料膜は、相変化型記録材料  
から形成されている請求項 12 に記載の光記録媒体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、収束された光ビー  
ムを記録媒体上に照射し、記録媒体からの反射光を検知  
して情報を再生する光学式記録媒体（光記録媒体）に関  
するものである。特に、2つの情報面を備えた光記録媒  
体に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、光記録媒体は、大容量のデータを  
保持し、再生できることから音声情報データ・映像情報  
データ・各種情報機器データを蓄積するものとして重要  
な地位を占めつつある。さらに大容量化あるいは装置の  
小型化が求められており、この要求を満たすためには記  
録媒体の記憶容量をさらに向上させる必要がある。

【0003】従来の再生専用の光記録媒体として、例え  
ば 1 つの情報面を有するコンパクトディスク（CD）が  
知られている。このコンパクトディスクは、厚さ 1.2  
mm の円盤状の樹脂基板表面に凹凸ピットよりなる情報  
トラックをスパイラル状に形成し、この基板の情報面上  
にスパックリング等の手法でアルミニウム等の反射膜及  
び保護膜を設け、その上にディスクを識別するためのラ  
ベルを印刷したものである。

【0004】上述したコンパクトディスクは情報面が 1  
面のために情報の容量が小さい。これを解決するため  
に、5" 光磁気（MO）ディスクのように 2 枚のディス  
クを貼り合わせた構造を持つ記録媒体が商品化されてい  
50

る。この5" MOディスクには、1つの情報面を有するディスクと2つの情報面を有する2種類のディスクがある。1つの情報面を有するディスクは、厚さ1.2mmの円盤状の樹脂基板表面に凹凸状の案内溝をスパイラル状に形成し、その上にスパッタリング等の手法で誘電体膜、光磁気記録材料膜、誘電体膜及びアルミニウム等の反射膜を設け、その上に厚さ1.2mmの樹脂基板を貼り合わせたものである。また、2つの情報面を有するディスクは、厚さ1.2mmの円盤状の樹脂基板表面に凹凸状の案内溝をスパイラル状に形成し、その上にスパッタリング等の手法で誘電体膜、光磁気記録材料膜、誘電体膜及びアルミニウム等の反射膜を設け、さらにこのように作製したディスクを貼り合わせたものである。5" MOディスク装置は、1つの情報面を有するディスクと2つの情報面を有するディスクの双方のディスクが装填できて記録再生を行うことができるように設計されている。ユーザは、記録する情報が少ない場合には1つの情報面を有するディスクを選択し、大容量の情報を記録する場合には2つの情報面を有する両面ディスクを選択する。一般的な5" MOディスク装置は1つの光ヘッドしか備えていないので、両面ディスクの場合、ディスクを取り出して面を反転させて記録再生を行っている。

【0005】一般的に、記録媒体の情報密度は情報トラックのピッチおよびトラック方向の情報密度すなわち情報の線密度で決まり、記録媒体上の情報密度を向上させるためにはトラックピッチを狭くし、線密度を高くする必要がある。そこで、近年、基板の厚さを、例えば0.6mmと薄くし、ディスクの傾き（チルト）による光ビームの収差を低減して光記録媒体の高密度化を図ることが検討されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述の従来技術においては、以下のような問題がある。すなわち、従来の両面光記録媒体の場合、記録媒体の上側及び下側から光ビームを照射することによって、記録情報を再生するあるいは情報を記録するように構成されているために、記録媒体を識別するためのラベルを印刷する場所が少なく、取り扱いが困難である。また、両面光記録媒体を再生する場合、1つの光ヘッドを有する装置では光記録媒体を取り出して面を反転させる必要があり連続再生ができない。これを自動的に行なうには、光ヘッドを上下に2つ設ける必要があり、装置が大きくかつ高価となる。

【0007】また、光記録媒体の高密度化を図るために従来の光記録媒体の厚みと異なる基板厚の光記録媒体が商品化されると、その記録媒体は従来の装置で再生できなくなる。

【0008】本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、ラベル印刷が容易にでき、また、1つの光ヘッドで自動的に再生で

き、かつ1つの情報面を有する光記録媒体と容易に互換性が保てる2つの情報面を有する光記録媒体を提供することにある。

【0009】また、本発明の他の目的は、基板の厚みが異なる光記録媒体が商品化されるに際し、従来の装置でも再生できる光記録媒体を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の光記録媒体は、第1の情報面を有する第1の基板と、該第1の基板の該第1の情報面上に形成された半透明の反射膜と、第2の情報面を有する第2の基板と、該第2の基板の該第2の情報面上に形成された反射膜と、該第1の情報面と該第2の情報面とが対向するように該第1の基板及び第2の基板を接着する接着層とを備えた光記録媒体であって、該第1の基板の厚さは、0.56mm以上であり、該接着層の厚さは、30μm以上であり、該第1の基板の厚さと該接着層の厚さとを加算した合計厚さは、0.68mm以下であり、そのことにより上記目的が達成される。

【0011】前記第1の基板の厚さは、0.56mmから0.6mmまでの範囲内にあり、該接着層の厚さは、40μmから60μmまでの範囲内にいることが好ましい。

【0012】ある実施形態では、前記第2の基板の前記反射膜上には、情報を記録再生するための記録材料膜が設けられている。

【0013】ある実施形態では、前記記録材料膜は、相変化型記録材料から形成されている。

【0014】前記第2の基板の表面上にラベルが設けられていることが好ましい。

【0015】前記第1の基板と前記第2の基板上にスパイラルトラックが設けられており、該第1の基板の該第1の情報面とは反対の面の側から該スパイラルトラックを見た場合に、該第1の基板に設けられているスパイラルトラックの進行方向が該第2の基板上に設けられているスパイラルトラックの進行方向と同じであってもよい。

【0016】前記第1の基板と前記第2の基板上にスパイラルトラックが設けられており、該第1の基板の該第1の情報面とは異なる面の側から該スパイラルトラックを見た場合に、該第1の基板に設けられているスパイラルトラックの進行方向が該第2の基板上に設けられているスパイラルトラックの進行方向と反対であってもよい。

【0017】本発明の他の光記録媒体は、第1の情報面を有する第1の基板、該第1の基板の該第1の情報面上に形成された半透明の反射膜と、第2の情報面を有する第2の基板、該第2の基板の該第2の情報面上に形成された反射膜と、該第2の基板の第2の情報面とは異なる面が該第1の基板の該第1の情報面に対向するように該

第1の基板及び第2の基板を接着する接着層とを備えており、該第1の基板と前記第2の基板の厚さはほぼ同じであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0018】ある実施形態では、前記第2の基板の前記第2の情報面と前記反射膜との間には、情報を記録再生するための記録材料膜が設けられている。

【0019】ある実施形態では、前記記録材料膜は、相変化型記録材料から形成されている。

【0020】本発明の更に他の光記録媒体は、第1の情報面を有する第1の基板、該第1の基板の該第1の情報面上に形成された半透明の反射膜と、第2の情報面を有する第2の基板、該第2の基板の該第2の情報面上に形成された反射膜と、該第2の基板の該第2の情報面とは反対の面が該第1の基板の該第1の情報面に対向するように該第1の基板及び第2の基板を接着する接着層と、該第2の基板の該反射膜上に設けられたラベルとを備えており、該第1の基板と前記第2の基板の厚さはほぼ同じであり、そのことにより上記目的が達成される。

【0021】前記第2の基板の前記第2の情報面と前記反射膜との間には、情報を記録再生するための記録材料膜が設けられていてもよい。

【0022】前記記録材料膜は、相変化型記録材料から形成されていてもよい。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明を詳細に説明する。

【0024】（実施例1）図1は、本発明による光記録媒体の第1の実施例を示す模式的な断面図である。本実施例の光記録媒体101は、第1の光ディスク102と第2の光ディスク103とを張り合わせた、片面読取方式の光記録媒体である。このような光記録媒体は、デジタルビデオディスク（DVD）として極めて優れた性能を達成することができる。

【0025】第1の光ディスク102は、表面（第1の情報面105）に凹凸ピットよりなる情報トラックがスパイラル状に形成された円盤状の第1の基板104と、第1の基板104の第1の情報面105上にスパッタリング等の手法で堆積された半透明の第1の反射膜106とを有している。半透明の第1の反射膜106は、例えば、金（Au）、アルミニウム（Al）等の材料から形成されている。この第1の反射膜106は、後述するように、再生用のレーザ光の一部を反射し、残りを透過する性質を持つ。このような性質を発揮するためには、反射膜の材質だけではなく、その厚さも適当な範囲に調整される必要がある。第1の反射膜106の厚さは、好ましくは、50から200オングストロームの範囲に設定される。本実施例においては、第1の反射膜106の厚さは100オングストロームである。

【0026】また、第2の光ディスク103も第1の光ディスク102と同様に、表面（第2の情報面108）

に凹凸ピットよりなる情報トラックがスパイラル状に形成された円盤状の第2の基板107と、この第2の基板107の第2の情報面108上にスパッタリング等の手法で堆積された第2の反射膜109とを有している。第2の反射膜109は、アルミニウム等から形成されている。

【0027】第1及び第2の情報面105、108上には、トラックピッチ0.74 $\mu$ m、最短ピット長0.4 $\mu$ m程度で高密度に情報が記録されている。第2の情報面108上に記録されているピットが第2の反射膜109に良好に転写されるように、第2の反射膜109の厚さを第2の情報面108上に形成されているピットの長さより小さくしている。具体的には、第2の反射膜109の厚さは、300~1500オングストロームの範囲に設定されることが好ましい。本実施例では、第2の反射膜109の厚さは500オングストロームである。

【0028】図1に示されるように、第1の光ディスク102と第2の光ディスク103との間には、両光ディスクを接着するための接着材料層110が設けられている。この接着材料層110は、例えば、アクリル系の紫外線硬化材料等から形成される。紫外線硬化材料を用いて両ディスクを接着する場合は、光ディスク102及び103の少なくとも一方に紫外線硬化材料膜を塗布した後、両光ディスク102及び103を張り合わせる。その後、紫外線を樹脂膜に照射して、樹脂膜を硬化させることによって、両光ディスクを接着する。紫外線硬化材料に代わりに、他の熱硬化型接着剤を使用しても良い。

【0029】なお、第2の光ディスク表面には、ディスクを識別するためのラベル111が貼付されている。また、光記録媒体101の中心には、光記録媒体101を駆動用モータに取り付けるための取り付け穴（内径：15mm）112が設けられている。

【0030】次に、第1及び第2の情報面105、108上に記録されている情報の再生について、図2（a）及び図2（b）を参照して説明する。

【0031】図2（a）は、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合を示し、図2（b）は第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合を示している。平行な光ビーム201は収束レンズ202により収束されてラベル111の面と反対側、すなわち第1の基板104側より照射される。

【0032】収束レンズ202は基板の厚さを0.6mmとして設計されており、当然のことではあるが、従来と同じ構成の1つの情報面を備えた基板厚さ0.6mmのディスクも再生できる。

【0033】図2（a）に示すように、第1の情報面105上に記録されている情報を再生する場合、既知のフォーカス制御により、第1の情報面105上に光ビーム201の収束点が位置するように制御し、第1の反射膜106で反射された光ビーム201の反射光203を分

離素子204で分離し、光検出器205で検出して情報を読み取る。また、図2(b)に示すように、第2の情報面108上に記録されている情報を再生する場合、フォーカス制御により第2の反射膜109上に光ビーム201の収束点が位置するように制御し、第2の反射膜109で反射された光ビーム201の反射光206を検出して情報を読み取る。光記録媒体101に記録されている情報を再生するには、光ビーム201の波長を650nm、収束レンズ202の開口数(NA)を0.6程度とする必要がある。

【0034】第1の情報面105上に記録されている情報を再生する場合、図2(a)に示すように、反射光203と206とが収束レンズ202を透過し、光検出器205で受光される。しかしながら、第2の反射膜109上の光ビーム201のビームスポットは数十 $\mu\text{m}$ で、トラックピッチ0.8 $\mu\text{m}$ 、最短ビット長0.5 $\mu\text{m}$ より非常に大きく、複数のビットを照射する。このため、反射光206には個々のビット情報成分は少なく、反射光206の光量はあたかもビットがない面で反射されたかのようにほぼ一定となる。さらに、反射光206の一部しか収束レンズ202を透過せず、また収束レンズ202を透過した反射光206は平行光とならないので、光検出器205に到達する反射光206の光量も小さくなる。従って、光検出器205で検出されるビット情報は第1の情報面105上に記録されているビットでの変調成分がほとんどとなる。

【0035】また、図2(b)に示すように、第2の情報面108上に記録されている情報を再生する場合も同様に、反射光203と206とが収束レンズ202を透過し、光検出器205で受光される。しかしながら、第1の反射膜106上の光ビーム201のビームスポットは数十 $\mu\text{m}$ と非常に大きく、複数のビットを照射するので、反射光203には個々のビット情報成分がほとんど含まれない。また、収束レンズ202を透過した反射光203は平行光とならないので、光検出器205に到達する反射光203の光量も小さくなる。従って、光検出器205で検出されるビット情報は第2の情報面108上に記録されているビットでの変調成分がほとんどとなる。

【0036】次に、第1の反射膜106と第2の反射膜109の反射率の関係について説明する。第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合、第1の反射膜106の反射率を高めれば高めるほど反射光203の光量が大きくなり、再生信号の品質が良好となる。しかしながら、第2の情報面108に記録されている情報を読み取る場合、第1の反射膜106を高くすると第1の反射膜106を透過する光ビーム202の光量が小さくなり、さらに第2の反射膜109で反射された反射光206は再び第1の反射膜106を透過するので、第2の情報面108に記録されている情報を読み取る際の

反射光206の光量はさらに小さくなる。すなわち、第2の情報面108に記録されている情報を読み取る場合、光ビーム202は、第1の基板104、第1の反射膜106、接着材料層110を透過して第2の反射膜109上に到達し、第2の反射膜109で反射された反射光206は再び接着材料層110、第1の反射膜106、第1の基板104を通過するので、第1の反射膜106を2度通過する。従って、第1の反射膜106の反射率を高くすると、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る際の反射光206の光量が小さくなる。そこで、本発明の光記録媒体101は、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る際の反射光206の光量P2が第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る際の反射光203の光量P1とほぼ同じになるように第1の反射膜106と第2の反射膜109の反射率を設定している。この場合、例えば、第1の反射膜106の反射率を $k_1$ 、第2の反射膜109の反射率を $k_2$ とすると、 $k_2 = k_1 / (1 - k_1)^2$ となる。

【0037】これは、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る際の反射光203の光量P1は、 $P_1 = P_0 \times k_1$ で表され、また、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る際の反射光206の光量P2は、 $P_2 = P_0 \times k_2 (1 - k_1)^2$ とで表されるため、 $P_1 = P_2$ とすることによって求められる。尚、 $k_1$ 、 $k_2$ は入射光量に対する反射光量の割合を表わす数値である。具体的には、本発明の光記録媒体101は、第1の反射膜106の反射率を20から35%、第2の反射膜109の反射率を60%以上としている。第2の反射膜109の反射率は高いほどよいが、例えば安価なアルミニウム等で100%に近い反射率を得るには膜厚を0.6から0.8 $\mu\text{m}$ 程度にする必要がある。一方、高密度な光ディスクではビットの長さは0.5 $\mu\text{m}$ 程度となり、0.6から0.8 $\mu\text{m}$ という厚い反射膜を形成すると転写性が低下する。そこで、転写性を低下させないために、反射膜の厚さを第2の情報面108上に記録されているビットの長さ0.5 $\mu\text{m}$ 以下とし、反射率を60%以上としている。

【0038】次に、収束レンズ201で収束される光ビーム201の収差について説明する。本発明の光記録媒体101は、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合と第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合とで光路長が第1の反射膜106と接着材料層110の厚さ $t_0$ を加算しただけ異なる。本発明の光記録媒体101では、第1の反射膜106の厚さは0.5 $\mu\text{m}$ 以下であるので無視できる。光路長すなわち厚みが変わると、収束レンズ201で収束される光ビーム201には収差が発生する。この収差は収束レンズ201のNAの約4乗に比例して大きくなる。

【0039】対物レンズ202と第1の基板104の厚さ $t_1$ の関係について説明する。本明細書及び図面においては、第1の基板104の厚さ $t_1$ は、第1の反射膜106の厚さをも含めて考えることとする。なぜなら、第1の反射膜の厚さ106は、第1の基板104の厚さ $t_1$ や接着材料層110の厚さ $t_0$ に対して無視できるからである。

【0040】一般的に、対物レンズ202は基板の厚さを考慮して設計される。1つの情報面を有する光ディスクの基材の厚さを0.6mmとすると、対物レンズ202は基板の厚さを0.6mmとして設計される。この対物レンズ202で光記録媒体101を再生する場合に、第1の基板104の厚さ $t_1$ を0.6mmとすると、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合には問題無いが、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合には、例えば、接着材料層110の厚さ $t_0$ を40 $\mu$ mとすると、この40 $\mu$ mが加算されて、基板の厚さが0.64mmの場合とほぼ等価となる。従って、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合に収差が大きくなるために、再生の信号品質が低下する。そこで、対物レンズ202が基板の厚さを0.6mmとして設計されている場合、標準的な第1の基板104の厚さ $t_1$ を0.58mmとし、1つの情報面を有する光ディスクの基材の厚さより2つの情報面を有する光ディスクの基材の厚さを若干薄くすればよい。このようにすれば、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合の基板の厚さは0.58mm、第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合の基板の厚さ（第1の基板の光入射面からの距離）は0.62mmとなり、対物レンズ202の設計値0.6mmに対して共に20 $\mu$ m差となるので、第1の情報面105上に記録されている情報を読み取る場合と第2の情報面108上に記録されている情報を読み取る場合の再生信号の品質をほぼ同じとなる。当然のことではあるが、第1の基板104の厚さ $t_1$ 、接着材料層110の厚さ $t_0$ には製造上ばらつきが発生するが、このばらつきに対する許容値も広がる。

【0041】第1の基板104の厚さ $t_1$ と接着材料層110の厚さ $t_0$ の関係について、さらに、図7(a)から(c)を参照して説明する。図7(a)から(c)は、様々な光記録媒体を試作して測定した結果を示したものであり、光ビームが入射する第1の基板104の表面から情報面までの距離(Distance)を横軸にとり、再生信号のジッター値(Jitter)を縦軸にとって示している。ジッター値は再生信号の時間軸変動の標準偏差値をチャンネルクロックの周期で除算した値を示している。図7(a)は、第1の基板104の厚さ $t_1$ が0.56mm、0.57mm、0.62mm及び0.63mmの4種類の第1の光ディスク102を試作し、厚さ30 $\mu$ mの接着材料層110で第2の光ディスク103と接着

した光記録媒体を再生した際の測定値を示したものである。71は第1の情報面105上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示し、72は第2の情報面108上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示している。図7(b)は、第1の基板104の厚さ $t_1$ が0.56mm、0.57mm、0.58mm及び0.61mmの4種類の第1の光ディスク102を試作し、厚さ40 $\mu$ mの接着材料層110で第2の光ディスク103と接着した光ディスクを再生した際の測定値を示したものである。73は第1の情報面105上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示し、74は第2の情報面108上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示している。図7(c)は、第1の基板104の厚さ $t_1$ が0.61mm、0.62mm、0.63mmの3種類の第1の光ディスク102と第2の光ディスク103とを厚さ50 $\mu$ mの接着材料層110で接着した光ディスクを再生した際の測定値を示したものである。75は第1の情報面105上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示し、76は第2の情報面108上に記録されている情報を再生した時に得られたジッターの値を示している。

【0042】ディスク上に記録されている情報を再生する場合、ディスクの面振れ、偏心、あるいは装置に外部から加えられる振動、衝撃等によってデフォーカス、オフトラックが発生し、これにより再生信号のジッターが劣化する。また、ディスクと光ビームの光軸が傾いても再生信号のジッターが劣化する。このディスクの反りは湿度等の環境変化によっても変化する。また、光ヘッドには製造バラツキがあり、経時変化もある。従って、ディスク上に記録されている情報を装置で信頼性良く再生できるようにするには、上述した様々な要因によるジッターの劣化を考慮すると、再生信号のジッターは10%程度が限界である。

【0043】図7(a)と図7(b)とを比較すると、次のことが言える。接着材料層110の厚さ $t_0$ が30 $\mu$ mの場合、第1の情報面の再生信号ジッターは、基板104の厚さ $t_1$ が0.56mmから0.63mmまで変化しても、ほとんど変化せず、9.5%程度であるが、接着材料層110の厚さ $t_0$ が40 $\mu$ mの場合、第1の情報面の再生信号のジッターは、基板104の厚さ $t_1$ が薄くなるほど高くなる。これは、接着材料層110の厚さ $t_0$ が30 $\mu$ mになると、第2の情報面からの漏れ込み信号の影響が基板104の厚さ $t_1$ の変化による収差の影響よりも大きいことを示しており、また、接着材料層110の厚さ $t_0$ を30 $\mu$ mより薄くすると、第2の情報面からの漏れ込み信号がますます大きくなり、再生信号の品質が急激に劣化することが予想される。従って、接着材料層110の厚さ $t_0$ は30 $\mu$ m以上にする必要がある。

【0044】また、図7(b)から、基板104の厚さ $t_1$ が0.58mmから0.56mmにかけて第1の情報面105の再生信号ジッターは急激に大きくなる特性(傾向)を示しているといえる。これは、接着材料層110の厚さ $t_0$ が40 $\mu$ mの場合、第2の情報面からの漏れ込み信号の影響よりも基板104の厚さ $t_1$ 変化による収差の影響の方が大きくなるためである。基板104の厚さ $t_1$ の変化に対して、再生信号のジッターの値は、ほぼ2次関数的に変化するから、基板104の厚さ $t_1$ を0.56mm以下にすると急激に再生信号のジッターが大きくなることが予想される。従って、基板104の厚さ $t_1$ は、0.56mm以上とする必要がある。

【0045】第1の基板104の厚さ $t_1$ と接着材料層110の厚さ $t_0$ を加算したもの( $t_0+t_1$ )が第2の情報面108上に記録されている情報を再生するときの基板厚さとなる。図7(c)の結果より、第1の基板104の厚さ $t_1$ と接着材料層110の厚さ $t_0$ を加算したもの( $t_0+t_1$ )が、0.66mmから0.68mmにかけて急激に再生信号のジッターが大きくなる特性を示しており、基板104の厚さの変化に対してジッターの値がほぼ2次関数的に変化する。このため、基板厚さ( $t_0+t_1$ )が0.69mmになると、再生信号のジッターは10%を超えることが予想される。従って、再生信号のジッターを10%以下にするには、第1の基板104の厚さ $t_1$ と接着材料層110の厚さ $t_0$ を加算したもの( $t_0+t_1$ )を0.68mm以下とする必要がある。

【0046】上述した値は限界に近く、装置の信頼性を確保する場合には各部品の厳しい検査が必要となり、数多く量産するには余裕が少なすぎ、装置が高価になる。装置の製造しやすくするためには、余裕を大きくする必要がある。以下、この点について、説明する。

【0047】第1の情報面105上に記録されている情報を再生する場合、接着材料層110の厚さ $t_0$ が厚いほど、第2の情報面からの漏れ込み信号の影響が軽減される。図7(a)と図7(b)との比較により、第1の情報面105上に記録されている情報を再生する場合には、接着材料層110の厚さ $t_0$ を40 $\mu$ m以上にすることが望ましい。更に、第1の基板104の厚さを0.56 $\mu$ m以上にすれば、再生信号のジッターは8%程度にすることができる。

【0048】また、図7(a)から、第1の基板104の表面から情報面までの距離が0.66mmのとき、再生信号のジッターは7.5%である。同様に、図7

(b)から、0.65mmのとき6.6%である。また、同様に、図7(c)から、0.66mmのとき7%、0.67mmのとき7.8%、0.68mmのとき8.8%であり、0.66mmを越えると、急激に再生信号のジッターが増加する。従って、第2の情報面108上に記録されている情報を再生する際の基板厚さ、す

なわち、第1の基板104の厚さ $t_1$ と接着材料層10の厚さ $t_0$ を加算したものを0.66mm以下にすることが望ましい。

【0049】基板の厚さが0.6mmであるとして収束レンズ202が設計されている場合、基板の厚さは0.6mmを中心に変化することが好ましい。このため、第1の基板104の厚さを0.56mm以上にすると、第1の基板104の厚さは0.58mm $\pm$ 0.02mmとなる。従って、第1の基板104の厚さと接着材料層110の厚さを加算したものを0.66mm以下にするには、接着材料層110の厚さは60 $\mu$ m以下とする必要がある。

【0050】以上のことから、接着材料層110の厚さ $t_0$ を40から60 $\mu$ mとし、基板104の厚さ $t_1$ を0.56mmから0.6mm程度にすれば、第1の情報面105及び第2の信号面108の再生信号ジッターがともに低く、非常に良好な品質の再生信号が得られることがわかる。

【0051】次に、第1の光ディスク102と第2の光ディスク103のトラックのスパイラル方向について説明する。例えば、第1の光ディスク102のスパイラルトラックが内周から外周方向に進行するものとする、第2の光ディスク103のスパイラルトラックも内周から外周方向に進行するようにすれば、1つの光ヘッドで再生する際に、インタラクティブな再生が容易となる。例えば、複数の分岐を有するゲームのソフトを光ディスクの2つの情報面上に分離して記録しておき、分岐命令により、第1の情報面105から第2の情報面108へ、あるいはその反対の第2の情報面108から第1の情報面105へ瞬時にフォーカスジャンプさせてゲームを実行させることが可能となる。

【0052】また、例えば、第1の光ディスク102のスパイラルトラックが内周から外周方向に進行し、第2の光ディスク103のスパイラルトラックが外周から内周方向に進行するようにすれば、1つの光ヘッドで再生する際に連続的な再生が容易となる。すなわち、内周から外周に向けて光ヘッドを移送して第1の情報面105に記録されている情報の再生を行い、外周部に光ヘッドが到達した時点で、第1の情報面105から第2の情報面108へ瞬時にフォーカスジャンプさせ、外周から内周に光ヘッドを移送して第2の情報面108上に記録されている情報の再生を行なうようにすれば、長時間の映画等の連続再生が容易となる。この場合、第1の基板104側より見て、第1の光ディスク102と第2の光ディスクとでスパイラルトラックの進行方向を反対にすればよい。このようにするには、ディスクの原盤をカッティングする際に、第1の光ディスク102は内周から外周方向に光ヘッドを移送して信号を記録し、第2の光ディスク103は第1の光ディスクと回転方向を反転させ、外周から内周に光ヘッド移送して信号を記録すれば

よい。

【0053】本発明の第1の実施例によれば、第1の光ディスクと第2の光ディスクを所定の厚みを有する接着剤で接着し、片側の面より光ビームを照射して第1と第2の双方の情報面を再生できるので、他方の面をラベル面とすることができる。また、本発明の第1の実施例によれば、1つの光ヘッドで光ビームの収束点の位置を変えるだけで双方の情報面に記録されている情報を再生できるので、インタラクティブな再生あるいは長時間の映画の連続的な再生が可能となり、かつ装置を安価とすることができる。また、第1の光ディスクと第2の光ディスクは厚さが同じであるので湿度等に対する形状変化が少なく、接着も容易となるのでディスクが安価となる。

【0054】（実施例2）以下、再生できる基板厚が異なる装置間の互換を保つことのできる第2の本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0055】図3は、再生できる基板の厚さが1.2mmの装置によっても、また、再生できる基板の厚さが0.6mmの装置によっても、読み取ることのできる光ディスクを示す模式断面図である。

【0056】本実施例の光光記録媒体301は、相互に同一の情報が記録されている第1の光ディスク302と第2の光ディスク303とを張り合わせたものである。第1の光ディスク302は、厚さ0.6mmの円盤状の第1の基板304の表面に凹凸ピットよりなる情報トラックをスパイラル状に形成し、この第1の基板304の第1の情報面305上にスパッタリング等の手法で半透明の第1の反射膜306を設けたものである。また、第2の光ディスク303は第1の光ディスク302と全く情報が同じ形態で記録されている。すなわち、厚さ0.6mmの円盤状の第2の基板307の表面に凹凸ピットよりなる情報トラックをスパイラル状に形成し、この第2の基板307の第2の情報面308上にスパッタリング等の手法でアルミニウム等の第2の反射膜309を設けたものである。310は第1の光ディスク302と第2の光ディスク303を接着するための紫外線硬化材料等の接着材料層、311はディスクを識別するためのラベル、312は光記録媒体301の取り付け穴である。

【0057】第1及び第2の情報面305、308上に記録されている情報の再生について図4（a）及び

（b）を参照して説明する。図4（a）は再生できる基板厚が0.6mmの装置を用いて、第1の情報面305上に記録されている情報を読み取る場合を示している。図4（a）は図2（a）と基本的に同じであり、平行な光ビーム201は基板厚0.6mm用の収束レンズ202により収束されて第1の基板304側より照射される。そして、第1の反射膜306で反射された光ビーム201の反射光203を分離素子204で分離し、光検出器205で検出して情報を読み取る。図4（b）は再生できる基板厚が1.2mmの装置で第2の情報面30

8上に記録されている情報を読み取る場合を示している。

【0058】図4（b）に示すように、第2の情報面308上に記録されている情報を再生する場合、平行な光ビーム401は基板厚1.2mm用の収束レンズ402により収束されて第1の基板304側より照射され、第1の基板304、第1の反射膜306、接着材料層310、第2の基板307を透過して第2の情報面308上に到達する。そして、第2の反射膜309で反射された反射光406は再び第2の基板307、接着材料層310、第1の反射膜306、第1の基板304、収束レンズ403を通過し、分離素子404で分離されて光検出器405で受光される。第2の反射膜309で反射された光ビーム401の反射光406を検出して情報を読み取る。

【0059】第1の情報面305上に記録されている情報を再生する場合、図4（a）に示すように、反射光203と206とが収束レンズ202を通過し、光検出器205で受光される。しかしながら、第2の反射膜309上の光ビーム201のビームスポットは1mm以上と非常に大きく、複数のピットを照射し、また収束レンズ202を通過した反射光206は平行光とならないので、光検出器205に到達する反射光206の光量は極めて小さくなり、光検出器205では第2の情報面308のピット情報成分ほとんど検出されない。また、図4（b）に示すように、第2の情報面308上に記録されている情報を再生する場合も同様に、反射光403と406とが収束レンズ402を通過し、光検出器405で受光される。しかしながら、第1の反射膜306上の光ビーム401のビームスポットは1mm以上と非常に大きく、複数のピットを照射し、かつ収束レンズ402を通過した反射光403は平行光とならないので、光検出器405では第1の情報面305のピット情報成分ほとんど検出されない。

【0060】図3に示す本発明の光記録媒体301において、第1の反射膜306と第2の反射膜309の反射率の関係は基本的には図1の光記録媒体の場合と同じである。ただし、光記録媒体301では第2の情報面308に記録されている情報を第2の反射膜309に転写する必要はない。このため、反射膜を厚くすることができるので、反射率を90%以上にできる。

【0061】上述したように、図3に示す本発明の光記録媒体301を1.2mm基板用の装置で再生する場合、光ビーム401は第1、第2の基板304、307、第1の反射膜306、接着材料層310を通過する。このため、第1、第2の基板304、307の厚さを0.6mmとすると、第1の反射膜306の厚さは無視できるが接着材料層310の厚さだけ厚くなり、収差が発生する。従って、光記録媒体301では、接着材料層310の厚さを数十μm以下に薄くすることが望まし



い。また、接着材料層310の厚さだけ第2の基板307の厚さを薄くしてもよい。

【0062】また、第1の情報面305と第2の情報面308とでフォーマットを異ならしてもよい。例えば、第2の情報面308に記録する情報を従来のコンパクトディスク(CD)のフォーマットで記録し、一般に広く普及しているCDプレーヤで再生できるようにする。この場合、CDの密度は低く、容量が数分の1となるので、例えば、第1の情報面305には映画全部を記録し、第2の情報面308には映画を編集して一部をカットしたものを記録するようにすればよい。この場合、CDの再生は光ビームの波長が780nmであるので、第1の反射膜306の光学特性を650nmの光ビームを反射し、780nmの光ビームを透過させる特性とすれば、反射光量が増加するので再生信号のS/Nが向上する。

【0063】以上本発明の第2の実施例について説明したが、本発明の第2の実施例によれば、第1の光ディスクと第2の光ディスクには同じ情報が記録されているので、基板厚1.2mm用再生装置でも0.6mm用再生装置でも同じ情報を読み取ることができる。また、片側の面より光ビームを照射して第1と第2の双方の情報面を再生できるので、他方の面をラベル面とすることができる。

【0064】次に、再生専用の第1の情報面と記録再生できる第2の情報面を備え、片側の面より光ビームを照射して情報の再生あるいは記録を行なうことができる第3の本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0065】(実施例3)図5は第3の本発明の光ディスクの構成を誇張して描いた断面図である。光記録媒体501は、再生専用の第1の光ディスク502と記録再生用の第2の光ディスク503とを貼り合わせたものである。第1の光ディスク502は、厚さ0.6mmの円盤状の基板504の表面に凹凸ピットよりなる情報トラックをスパイラル状に形成し、この基板504の第1の情報面505上にスパッタリング等の手法で半透明の反射膜506を設けたものである。第2の光ディスク503の基板の厚さは0.58mmで基板表面には微小な凹凸状の溝トラックがスパイラル状に形成されている。510は第1の光ディスク502と第2の光ディスク503を接着するための接着材料層、511はラベル、512は光記録媒体101の取り付け穴である。

【0066】図5に示す本発明の光記録媒体501は、第1図に示す光記録媒体101と同様に、再生専用の第1の情報面505と記録再生用の第2の情報面の距離が40μm程度となるように接着材料層510で接着され、第1の光ディスク502側より光ビームを照射するように構成されている。

【0067】第2の光ディスク503について図6と共に説明する。図6は光ディスク503を半径方向に切断

したときの断面図を拡大誇張して示したものである。基板601の一方の表面上には凹凸状の溝トラック602が形成されている。そして、その上にアルミニウム等の反射膜603、SiO<sub>2</sub>等の誘電体膜604、記録材料膜605、誘電体膜606をスパッタリング等の手法で順次設けたものである。反射膜603は、感度を向上させ、かつ放熱を良好にして熱衝撃より記録材料膜605を保護するために設けられている。記録材料膜605は、例えば、Te(テルル)、Sb(アンチモン)、Ge(ゲルマニウム)を主成分とした相変化型記録材料をスパッタリング等の手法で形成したものである。誘電体膜604、606は記録材料膜605を湿度あるいは熱衝撃より保護するためのものであり、省略することができる。

【0068】相変化型記録材料は、加熱した後に徐冷すると結晶質となり、熔融した後に急冷すると非晶質となる性質を持っている。この性質を利用して、相変化型ディスクは結晶状態と非晶状態を可逆的に変化させ、フロッピーディスクあるいはハードディスク等の磁気ディスクと同じように、同じ場所に何回でも情報を重ね書きできる。相変化型ディスク上に情報を記録する場合、ディスクを所定の速度で回転させ、溝トラック上に光ビームが位置するようにトラッキング制御しながら、記録する信号に応じて光ビームの強度を非晶化レベルと結晶化レベルの間で強弱に変調して行う。例えば記録マークが非晶状態となるように記録する場合には、薄膜を熔融する程度の光量の光ビームを照射して非晶状態のマークを形成し、記録マーク以外の期間は熔融しない程度の光量の光ビームを照射して結晶化する。従って、記録マーク以外の期間は、以前の状態が非晶質であろうと結晶質であろうと結晶状態となり、情報が既に記録されている場所であってもオーバーライトできる。この相変化型ディスク上に記録されている情報を再生するには、非晶状態と結晶状態で反射率または透過率が異なることを利用して行う。例えば、弱い一定の光ビームを照射し、ディスクからの反射光を光検出器で受光して、反射光量の変化で情報の再生を行う。

【0069】上述したように、本発明の光記録媒体501は、第1の光ディスク502側より光ビームを照射するように構成されているが、この理由について説明する。記録再生用の第2の光ディスク503は光ビームを吸収する熱で情報が記録されるために、小さな光量の光ビームで記録を行なうには、光ビームの吸収率を60%程度と高くする必要がある。従って、例えば、反射率を20%程度とすると透過率は20%程度となる。図5の実施例と逆に、第2の光ディスク503側より光ビームを入射するように構成すると、第1の情報面505上に記録されている情報を読み取る際の反射光量が非常に小さくなる。例えば、反射膜506の反射率を100%としても、第2の光ディスク503を2回通過すると、反

射光量は入射光ビームの光量の4%程度になる。一方、本発明の光記録媒体501では、第1の光ディスク502側より光ビームを照射するように構成しているので、第2の光ディスクの光ビームの吸収率を60%、反射率を40%とすることができる。そして、例えば、反射膜506の反射率を20%とすると、第1の情報面505上に記録されている情報を読み取る場合には入射光ビームの光量の20%程度の反射光が得られ、第2の光ディスク503に記録されている情報を読み取る場合には入射光ビームの光量の26%程度の反射光が得られる。再生専用の第1の光ディスク502を再生する場合、照射した光ビームは第1の情報面505上に記録されているピットによって大きな変調を受けるので、反射膜506の反射率を20%程度に低下させても十分に品質の良い再生信号が得られる。

【0070】上述したように、本発明の光記録媒体501は、再生専用の第1の光ディスク502側より光ビームを照射するように構成されているので、第1の光ディスク502及び第2の光ディスクの双方の再生を信頼性良く行える。

【0071】以上本発明の第3の実施例について説明したが、本発明の光記録媒体501は、第1の光ディスク502と第2の光ディスク503を所定の厚みを有する接着剤で接着し、片側の面より光ビームを照射して第1と第2の双方の情報面を再生できるので、他方の面をレベル面とすることができる。また、1つの光ヘッドで光ビームの収束点の位置を変えるだけで双方の情報面に記録されている情報を再生できるので、インタラクティブな再生が可能となり、かつ装置を安価とすることができる。さらに、再生専用の光ディスクと記録再生用の光ディスクが1枚となっているので、例えば再生専用の光ディスク上に記録されている情報を加工して記録再生用の光ディスクに記録するようにすれば、関連した情報が常に1枚の光ディスクに蓄積されているので取り扱いが極めて容易となる。また、第1の光ディスク502と第2の光ディスク503は厚さが同じであるので湿度等に対する形状変化が少なく、接着も容易となるので光記録媒体が安価となる。

【0072】なお、実施例2の光記録媒体においても、実施例3で用いた記録材料膜605と同様の記録材料膜を第2の情報面308上に設けても良い。この場合、記録材料膜は、第2の光ディスク303において、第2の情報面308と第2の反射膜309との間に配置される。

【0073】

【発明の効果】本発明によれば、情報を記録する第1の信号面上に半透明の反射膜を形成した第1の光ディスクと、情報を記録する第2の信号面上に反射膜を形成した第2の光ディスクとを情報面が近接するように透明な接着材で接着しているので、一方の表面より光ビームを照

射して両情報担上に記録されている情報を読み取ることができる。従って、ほぼ2倍の情報を連続的に再生できる。また、一方の表面にラベルを設けることが可能となるので光ディスクの識別が容易となる。

【0074】また、第1の基板の厚さと接着材料層の厚さを所定の大きさに設定したことにより、第1の情報面及び第2の信号面の再生信号ジッターがともに低く、良好な品質の再生信号が得られる。

【0075】また、第1の基板と第2の基板の厚さをほぼ同じとして、第2の基板の第2の情報面とは異なる面が第1の基板の第1の情報面に対向するように接着されている光記録媒体によれば、例えば、基板厚1.2mm用再生装置でも、0.6mm用再生装置でも情報を読み取ることができる。

【0076】また、再生専用の光ディスクと記録再生用の光ディスクとを接着した場合、例えば、再生専用の光ディスク上に記録されている情報を加工して記録再生用の光ディスクに記録するようにすれば、関連した情報が常に1枚の光記録媒体に蓄積されているので、取り扱いが極めて容易となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光記録媒体の第1の実施例の断面図。

【図2】(a)は本発明の第1の実施例における第1の情報面の情報を再生する際の反射光ビームの光路を説明するための説明図、(b)は本発明の第1の実施例における第2の情報面の情報を再生する際の反射光ビームの光路を説明するための説明図。

【図3】本発明による光記録媒体の第2の実施例の断面図。

【図4】(a)は本発明の第2の実施例における第1の情報面の情報を再生する際の反射光ビームの光路を説明するための説明図、(b)は本発明の第2の実施例における第2の情報面の情報を再生する際の反射光ビームの光路を説明するための説明図。

【図5】本発明による光記録媒体の第3の実施例の断面図。

【図6】本発明による光記録媒体の第3の実施例における第2の光ディスクの構成を説明するための拡大断面図。

【図7】(a)から(c)は、様々な光記録媒体試作してジッターを測定した結果を示すグラフである。

【符号の説明】

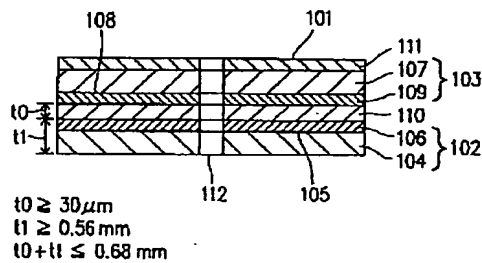
- 101 光記録媒体
- 102 第1の光ディスク
- 103 第2の光ディスク
- 104 第1の基板
- 105 第1の情報面
- 106 第1の反射膜
- 107 第2の基板

- 108 第2の情報面
- 109 第2の反射膜
- 110 接着材料層
- 111 ラベル
- 112 取り付け穴
- 301 光記録媒体
- 302 第1の光ディスク
- 303 第2の光ディスク
- 304 第1の基板
- 305 第1の情報面
- 306 第1の反射膜
- 307 第2の基板
- 308 第2の情報面
- 309 第2の反射膜

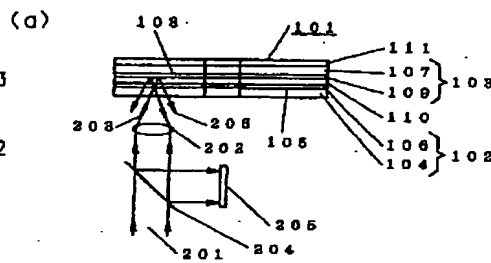
- 310 接着材料層
- 311 ラベル
- 312 取り付け穴
- 501 光記録媒体
- 502 第1の光ディスク
- 503 第2の光ディスク
- 504 第1の基板
- 505 第1の情報面
- 506 第1の反射膜
- 508 第2の情報面
- 510 接着材料層
- 511 ラベル
- 512 取り付け穴

10

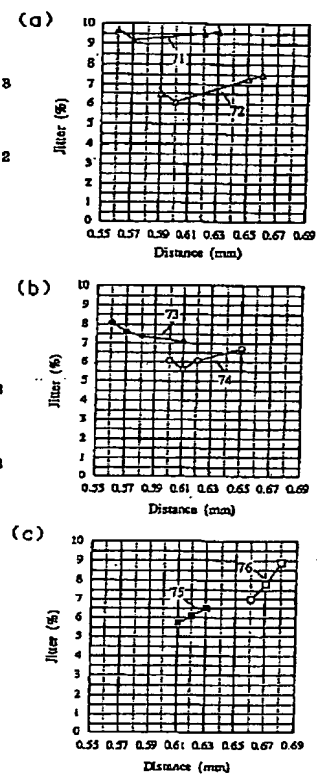
【図1】



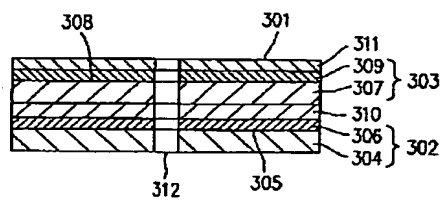
【図2】



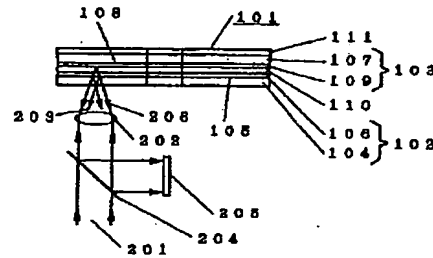
【図7】



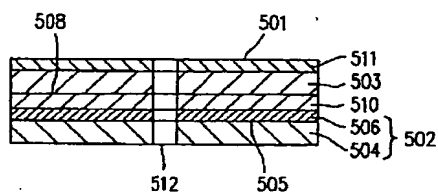
【図3】



(b)



【図5】



【図6】

